

AS DIMENSÕES INOVADORAS DA PRÁTICA DA INTERNET DAS COISAS NA EDUCAÇÃO

THE INNOVATIVE DIMENSIONS OF THE INTERNET OF THINGS PRACTICE IN EDUCATION

Andreia Magalhães¹ | José Matias Alves² | António Andrade³

Resumo

A Internet das Coisas (IdC) sustenta-se num conjunto de tecnologias que permite, a partir de dispositivos tecnológicos, como sensores, ligar objetos à internet e destes recolher dados do mundo analógico, em tempo real, possibilitando ações imediatas ou o seu armazenamento para posterior análise e controlo. Esses cenários dinâmicos podem contribuir para o enriquecimento da aprendizagem, evoluindo o ensino para um modelo baseado no desenvolvimento de competências, que exige dos alunos um desempenho mais ativo. Assim, pretende-se investigar as dimensões inovadoras da prática da IdC na educação, através da análise da aplicação do projeto SOLL – *Smart Objects Linked to Learning*, com alunos do 3.º ciclo, numa abordagem interdisciplinar das ciências.

Neste sentido, utilizando uma metodologia mista, questionários aos alunos e inquérito por entrevista, em *focus group*, aos professores, os dados obtidos mostram que, em geral, esta plataforma tem uma dimensão inovadora para a educação, pois promove melhorias nos resultados educacionais, introduz produtos e serviços novos e/ou melhorados, como novas pedagogias ou novas combinações de pedagogias, incluindo serviços de *e-learning* e/ou novas formas de organizar as atividades.

Palavras-chave: Internet das Coisas; Educação; Inovação.

1 Centro de Investigação em Desenvolvimento Humano, Universidade Católica Portuguesa, Porto, Portugal. andreiamagalhaes78@gmail.com

2 Centro de Investigação em Desenvolvimento Humano, Universidade Católica Portuguesa, Porto, Portugal. j.alves@porto.ucp.pt

3 Centro de Estudos em Gestão e Economia Universidade Católica Portuguesa Porto, Portugal. aandrade@porto.ucp.pt

Abstract

The Internet of Things (IoT) is based on a set of technologies that allows, from technological devices, such as sensors, to connect objects to the internet and from these to collect data from the analog world, in real time, enabling immediate actions or their storage for subsequent analysis and control. These dynamic scenarios can contribute to the enrichment of learning, evolving teaching to a model based on the development of skills, which requires students to perform more actively. Thus, it is intended to investigate the innovative dimensions of the practice of IoT in education, through the analysis of the application of the project SOLL – Smart Objects Linked to Learning, with students of the 3rd cycle, in an interdisciplinary approach to science.

In this sense, using a mixed methodology, questionnaires to students and survey by interview, in focus group, to teachers, the data obtained show that, in general, this platform has an innovative dimension for education, as it promotes improvements in educational results, introduces new and/or improved products and services, such as new pedagogies or new combinations of pedagogies, including e-learning services and/or new ways of organizing activities.

Keywords: Internet of Things; Education; Innovation.

1. Introdução

Perante a explosão de conhecimento que decorreu no final do século XX, o modelo de ensino não pode continuar a pautar-se pela transmissão e repetição de saberes. Até porque os alunos que hoje frequentam a escola são fruto de uma sociedade tecnologicamente avançada, baseada na pesquisa, interação e amplo acesso à informação. Logo, a escola tem como desafio a mudança para práticas que envolvam participação, investigação e utilização de dados reais, pelo que terá de se tornar mais inclusiva, geradora de práticas pedagógicas que levem em consideração os contextos locais e comunitários. Exige-se, assim, uma educação/formação que prepare os alunos para se integrarem numa realidade que muda continuamente e se torna cada vez mais complexa (Morgado e Ferreira, 2006). Portanto, o sistema de ensino deverá evoluir para um modelo baseado no desenvolvimento de competências, que exige do aluno um papel mais ativo, até porque o seu valor na sociedade atual se relaciona diretamente com o nível de formação

e com as capacidades de inovação e de empreendedorismo que cada um possui (Marcelo, 2002).

Pelo exposto, o ensino é uma atividade “extremamente complexa que recorre a vários tipos de conhecimentos” (Mishra e Koehler, 2006, p. 1020) e dela se espera que promova as competências e as capacidades necessárias aos indivíduos e às organizações, para que sobrevivam e tenham sucesso na sociedade do conhecimento (Hargreaves, 2003). A educação é um “campo aberto e dinâmico, mas de grande sensibilidade às mutações”, incluindo as tecnológicas, que conduzem a “novos desafios e exigências nas escolas” (Morgado e Ferreira, 2006), ou seja, “trazem novos desafios, necessidades e possibilidades” (Bruno, Schuchter e Junior, 2019, p. 62).

Segundo a Comissão Europeia (2012), as tecnologias digitais têm impacto na educação visto que possibilitam a adoção de ambientes de aprendizagem flexíveis. Contudo, a sua presença na escola “traduz-se em novas necessidades de formação docente e de inclusão digital” (Bruno, Schuchter e Junior 2019, p. 62), até porque “não é apenas um tipo específico de saber, é também uma atividade voltada para a prática com o objetivo de transformar na produção, nas relações e no fazer” (Lima, 2019, p. 83). Ou seja, estas tecnologias “proporcionam muitas oportunidades, mas também muito riscos, para uma sociedade mal preparada para os desafios de um mundo em rápida transformação” (Patrício, 2019, p. 34), pois, acrescenta o mesmo autor, “os jovens necessitam permanentemente de conhecimentos e literacia digital e mediática para se envolverem de forma mais crítica, competente, confiante e responsável no ambiente digital” (2019, p. 34) e o ensino deve oferecer “aos jovens instrumentos adicionais para a busca de informação e conhecimento” (Morgado, 2015, p. 167).

Assim sendo, para o professor tirar partido da utilização da tecnologia em sala de aula, necessita de dominar o conteúdo, a pedagogia e a tecnologia; ou seja, “os professores devem compreender a forma complexa como estes três domínios, e os contextos em que são formados, coexistem e se influenciam uns aos outros” (Sampaio e Coutinho, 2013, p. 7). A mobilização destes três domínios, designados *Technological Pedagogical Content Knowledge Framework* (TPACK), consiste, segundo Cox (2008, p.65), “no uso apropriado da tecnologia, numa dada área curricular, integrada numa estratégia pedagógica específica, num determinado contexto educativo, para desenvolver o conhecimento dos alunos sobre um determinado tópico ou atingir um objetivo

educacional previamente identificado”. O TPACK é constituído por sete dimensões: *content knowledge*, “conhecimento sobre o conteúdo que deve ser ensinado ou aprendido” (Mishra e Koehler, 2006, p. 1026); *pedagogical knowledge*, “compreensão das capacidades cognitivas, sociais e teorias de desenvolvimento da aprendizagem e o modo como são aplicadas na sala de aula” (Mishra e Koehler, 2006, pp. 1026-1027); *technological knowledge*, “habilidades necessárias para operar determinadas tecnologias” (Mishra e Koehler, 2006, pp. 1027-1028); *pedagogical content knowledge*, utilização de estratégias de ensino alternativas e flexibilidade na forma de olhar o assunto (Coutinho, 2001; Mazon, 2012); *technological content knowledge*, “conhecimento sobre a forma pela qual a tecnologia e o conteúdo estão reciprocamente relacionados” (Mishra e Koehler, 2006, p. 1028); *technological pedagogical knowledge*, capacidade para escolher a tecnologia que mais se adequa aos conteúdos a serem trabalhados, pois a forma de ensinar é alterada pela tecnologia que se escolhe (Mazon, 2012; Graham, 2011); e *technological, pedagogical and content knowledge*, conhecimento que vai mais além que os três domínios (Mishra e Koehler, 2006, pp. 1028-1029).

No geral, o uso da tecnologia pelos alunos é influenciado principalmente pelas experiências dos professores com a mesma, o que vai ao encontro de Furtak e colegas (2012) quando referem que as atividades escolares lideradas pelo professor têm resultados positivos, mas as tarefas lideradas pelos alunos, sem a ajuda de professores, não obtêm geralmente bons resultados. Contudo, dado os desafios técnicos colocados pela integração de tecnologia na sala de aula, o seu uso pouco frequente persiste tanto para alunos quanto para professores, não levando necessariamente a um uso mais frequente na sala de aula (Donovan *et al.*, 2007). Os mesmos autores acrescentam que, para que os professores usem a tecnologia em sala de aula, é necessário que estejam motivados e reconheçam que ela proporciona melhor interação com os alunos e melhor assimilação das informações, pois os alunos recebem conhecimento visual, auditivo e cinestésico. Chumbo e colegas (2019, p. 24) referem no seu estudo seis razões pela quais as tecnologias avançadas não são mais utilizadas em contexto de sala de aula: “falta de apoio institucional, falta de conhecimento e competências por parte dos docentes, falta de tempo, falta de *hardware* e *software* específicos, falta de conhecimentos, competências e motivação por parte dos alunos e falta de reconhecimento por parte da organização”. O mesmos autores acrescentam que a falta de reconhecimento por

parte dos professores, o facto de não existirem recompensas para ensinar melhor e de a qualidade das tecnologias não fazerem parte da avaliação, levam a que os docentes evitem a sua utilização porque não se sentem recompensados por um esforço que consome horas (Chumbo, Silva e Gonçalves, 2019) .

Portanto, para implementar e contextualizar processos de ensino-aprendizagem, ou seja, de acordo com os interesses e necessidades dos alunos, é importante formar professores e dar-lhes as ferramentas necessárias para melhorar a sua prática, como referem Fernández Navas e Alcaraz-Salarirche (2016).

Neste sentido, a IdC apresenta-se como um importante desenvolvimento da tecnologia educativa para o ensino num referencial a longo prazo (Johnson *et al.*, 2015). A sua relevância, ao nível do ensino e da aprendizagem, prende-se com a possibilidade de afixar estes pequenos dispositivos eletrónicos a qualquer objeto, de forma muito discreta, e usá-los para rastrear, monitorizar, manter e registar dados sobre esse mesmo objeto para posterior análise multidisciplinar. O facto de permitir também “avaliar o progresso do indivíduo no coletivo da sala de aula é fascinante. Agora, os dados estão constantemente disponíveis sobre o tempo de trabalho dos alunos, sites e páginas de texto digital que eles analisam e até mesmo as suas atividades externas” (Sлимп e Bartels, 2019, p. 21).

O *NMC Horizont Report 2015* (Johnson *et al.*, 2015) também relata que, como a compreensão desta tecnologia emergente está a aumentar, as universidades estão a tentar tirar vantagem desta oportunidade para dar aos seus alunos um maior conhecimento sobre o poder da IdC. Inclusive, o documento menciona o projeto de um consórcio de quatro universidades com um fabricante de carros elétricos e uma instituição de investigação de redes com o intuito de promover práticas sustentáveis e iniciativas de suporte à eficiência energética. Para tal utilizam sensores de dados nos veículos para investigar várias questões relacionadas com a efetividade dos transportes públicos, efeitos psicológicos nos condutores e *gamification*. Os professores e alunos terão a oportunidade de mensurar e partilhar dados através do uso das tecnologias da IdC, de uma forma que promova a diversidade no processo de aprendizagem que permite aos estudantes investigar e abordar desafios do mundo real usando dados disponibilizados pelo seu ambiente. Com o intuito de despertar o papel criativo dos estudantes utilizando a IdC, é necessário montar um ecossistema social e técnico que integre *hardware*,

dados, conteúdos associados e serviços. Este ecossistema deverá facilitar o acesso à informação, auxiliar a interpretação destes dados e potenciar os estudantes para agirem sobre as suas próprias interpretações (Joyce *et al.*, 2014). O recurso à IdC na abordagem dos temas anteriormente referidos proporciona ao aluno informação adaptada à sua idade, interesses e localização geográfica, abordar desafios reais e concretos providos do meio envolvente e facilitar a construção do seu próprio conhecimento e a adoção da metodologia multidisciplinar. Ou seja, de acordo com o que dizem Meirinhos e Osório (2014, p. 93), a IdC favorece o “aparecimento de novas formas de aprendizagem e de formação, mais de acordo com o novo ambiente social atual”.

No mesmo sentido surge o trabalho desenvolvido sobre a IdC na educação por Callaghan (2012), que mostra que esta pode enriquecer o ensino baseado em experiências, ajudar na gestão do ensino e expandir a educação, isto porque a sua utilização permite uma grande quantidade de ligações entre objetos educacionais, gerando assim um elevado número de dados e comunicação entre diferentes tipos de objetos, bem como entre alunos e professores.

Assim sendo, o professor deverá tirar partido da IdC para “planificar e estruturar o processo educativo de uma forma aberta e flexível, que permita abordagens diversificadas, onde sejam inseridos recursos e materiais didáticos motivadores, dinâmicos, atuais, utilizando para isso uma metodologia interativa e cooperativa, colocando ao serviço da sua docência vários canais de comunicação” (Goulão e Henriques, 2015, p. 28).

Assim, sendo esta uma “ferramenta ou recurso que permite, para além de armazenamento e transporte de informação, novas formas de acesso ao conhecimento e de relacionamento entre conteúdos e atores no processo” (Goulão e Henriques, 2015, p. 21), a sala de aula será um espaço “aberto”, onde as limitações físicas não serão relevantes para a interpretação do meio envolvente. Desta forma, os alunos terão acesso a “ativos, ligados em rede, autónomos e com o controlo dos seus próprios recursos” (Buchem e Koskinen, 2013, p. 2), que estão em constante atualização e facilitam a automatização de muitas escolhas ou decisões, tornando a aprendizagem numa experiência eficiente e otimizada (Rose, 2014). Segundo a experiência de Slimp e Bartels (2019, p. 43), a IdC promete “expandir as opções de ensino na sala de aula, através do acesso a recursos de todo o mundo”.

Ora, dado que se reconhece que o modelo de ensino não pode continuar a pautar-se pela mera transmissão de saberes, a IdC apresenta-se como uma mais-valia, visto que, segundo Aldowah e colegas (2017) “as novas formas de troca de informação lançam bases para uma aprendizagem mais interativa e personalizada” e os dados recolhidos em tempo real “são úteis para analisar ações, interações, tendências de preferências e mudanças nos níveis das competências dos alunos” (Aldowah *et al.*, 2017). O professor permanece “essencial para orientar os alunos para e através dos objetos de aprendizagem” e “também deve afastar os alunos da variedade de experiências desconexas para desenvolver significado e assimilar seus novos conhecimentos, habilidades e emoções” (Slimp e Bartels, 2019, p. 35). Ora, “se queremos aproximar as salas de aula do ‘mundo real’, precisamos de mudar a maneira como pensamos sobre o ensino e o conteúdo” (Juliani, 2015, p. 7). Ou seja, precisamos de inovar com o objetivo de melhorar o processo de aprendizagem, permitindo maior interação entre objetos físicos e virtuais (Marquez *et al.*, 2016), e adaptar o processo de aprendizagem às necessidades de cada aluno de forma a melhorar as suas competências (Connected Living, 2014); assim, os professores podem recolher dados acerca da prestação e do desenvolvimento das capacidades dos alunos e concluir qual deles necessita mais da sua atenção a cada momento (Aldowah *et al.*, 2017).

Citando Vincent-Lancrin e colegas (2019, p. 17), “a inovação é definida e medida como uma mudança significativa em práticas educacionais”. Desta forma, segundo os mesmos investigadores, inova-se quando se introduzem produtos e serviços novos ou melhorados, ou seja, quando se utilizam processos novos ou significativamente alterados, como novas pedagogias ou novas combinações de pedagogias, incluindo serviços de *e-learning* e/ou formas de organização das atividades, o que significa uma mudança no modo de trabalhar dos professores e no modo como agrupam os alunos e gerem outros aspetos de aprendizagem. Assim sendo, a inovação tem um “impacto diferenciado nos resultados de aprendizagem e no envolvimento dos alunos, na equidade, na eficiência de custos, no trabalho dos professores, no bem-estar, etc.” (Vincent-Lancrin *et al.*, 2019, p. 20). Em média, segundo Vincent-Lancrin e colegas (2019), os países que mais inovaram as suas práticas pedagógicas na última década também melhoraram os resultados académicos dos alunos, verificando um aumento na satisfação e prazer dos alunos pela escola e pela ciência.

Contudo, para gerar e desenvolver um ecossistema de inovação no processo de ensino-aprendizagem, Hargreaves (1995) refere que é necessário uma cultura escolar favorável à emergência de novos processos e dinâmicas. No mesmo sentido, Vincent-Lancrin e colegas (2019) referem que é necessário: a) uma organização escolar com profissionais capazes de absorver e gerar conhecimento e melhorias de práticas; b) professores com competências e abertura para a inovação e (dependendo do seu empreendedorismo, dos incentivos e da disponibilidade de fundos) e capazes de criar um ambiente de maior colaboração de forma a que sejam implementadas as boas ideias e haja uma aproximação dos mais avessos ao risco sobre regulamentos, currículo, avaliação; c) tecnologias que possibilitam a aplicação, desenvolvimento e uso de informações longitudinais de sistemas (*big data*), bem como uma prática educacional em que o investimento, a pesquisa e a avaliação são elementos-chave que poderão culminar no desenvolvimento de ferramentas, organizações e processos inovadores para melhorar e mudar as práticas educativas e pedagógicas. Portanto, precisamos de uma escola que se assuma como uma organização aberta e dinâmica, que fomenta a mudança contínua trabalhando em conjunto com diversos agentes: alunos, professores, famílias, instituições, entre outros. No caso específico da inovação ao nível da sala de aula, os métodos baseados em Montessori têm prevalecido “através da globalização e da revolução tecnológica, porque promovem a curiosidade intelectual e a criatividade (Juliani, 2015, p. 17). Segundo o mesmo autor (Juliani, 2015), 20% do tempo de aula podem ser suficientes para dar um impulso de inovação e criatividade que leva a um desejo intrínseco de melhorar e construir. Contudo, como muitos professores têm receio de não serem bem-sucedidos, é sensato criar grupos de trabalho colaborativos para evitar o isolamento e o medo do fracasso, promover a formação para a resolução de problemas específicos de ambiente escolar e incentivar a implementação de experiências avaliadas e inovadoras (Ordóñez-Sierra *et al.*, 2017).

Para medir a inovação na educação, o projeto da *OCDE Measuring Innovation in Education* (Vincent-Lancrin *et al.*, 2019) usa três perspetivas: comparar a inovação na educação com a inovação em outros setores, identificar inovações significativas em todos os sistemas educacionais e construir métricas para examinar a relação entre inovação educacional e mudanças nos resultados educacionais.

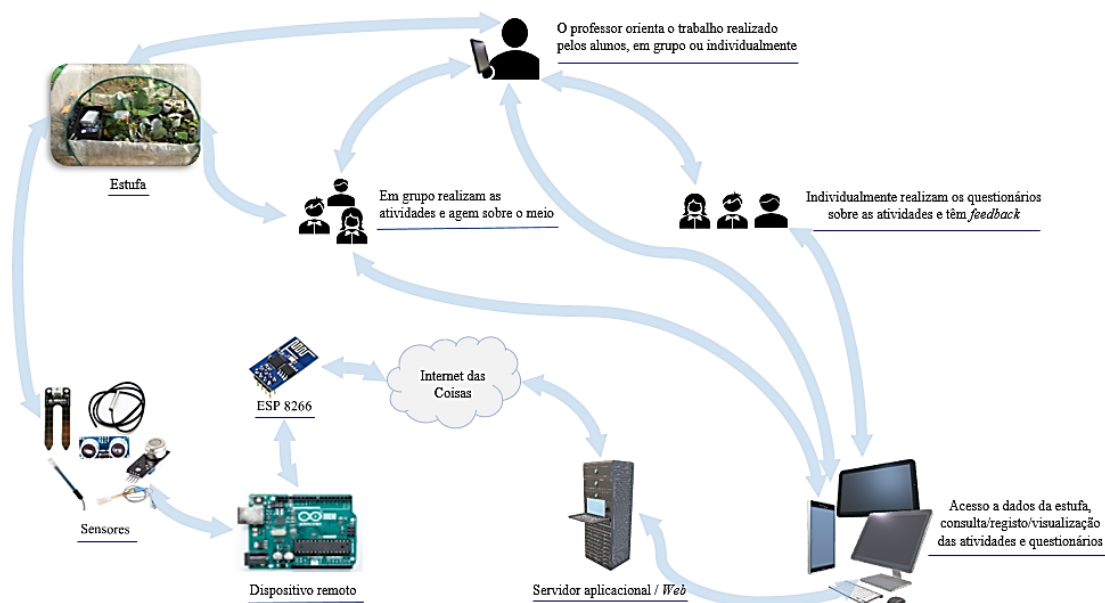
Dando cumprimento ao objetivo desta investigação (a procura das dimensões inovadoras da prática da IdC na educação, através da análise da aplicação do projeto

SOLL – *Smart Objects Linked to Learning*, numa abordagem interdisciplinar das ciências com alunos do 3.º ciclo), e tendo presente a perspetiva teórica TPACK anteriormente apresentada, serão consideradas as dimensões: a IdC no currículo, a IdC na aplicação do currículo e a utilização da IdC.

2. Metodologia

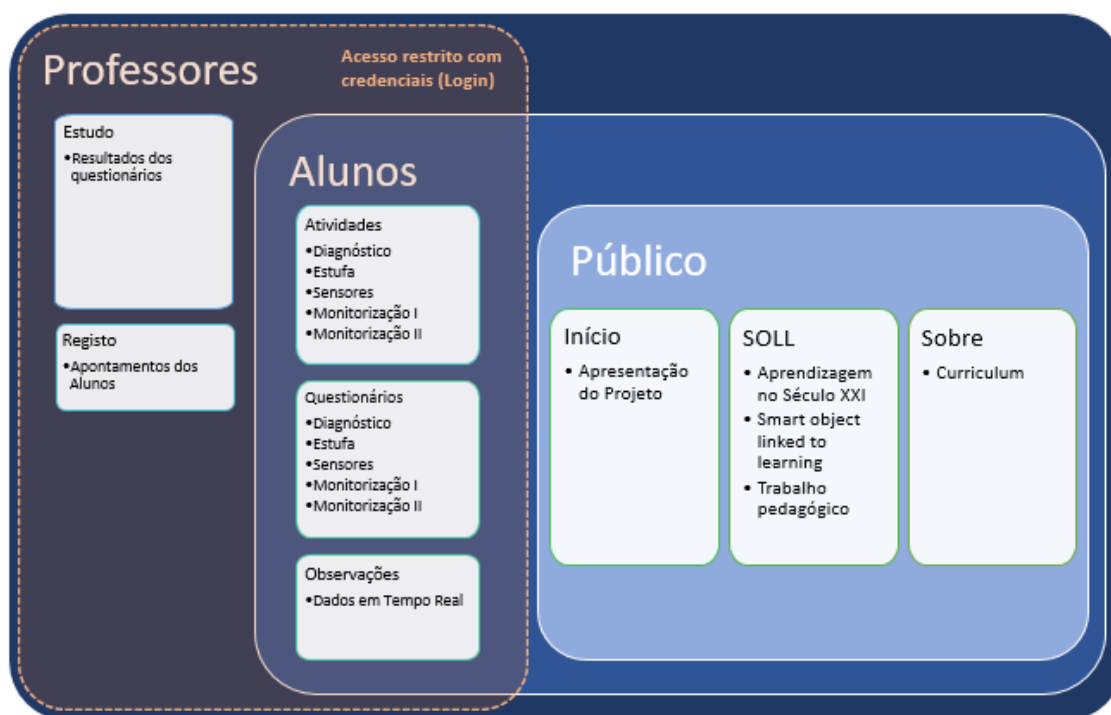
No intuito de aproveitar a tecnologia para dar aos alunos condições de aprendizagem, “para que eles possam seleccionar e procurar criticamente conhecimentos que desejam adquirir e integrá-los ao conjunto de conhecimentos que já possuem” (Costa, 2014, p. 69), foi criado o projeto SOLL: *Smart Objects Linked to Learning* (Magalhães, Andrade & Alves, 2019), que teve como contexto uma estufa, monitorada por sensores que, através da IdC, transmite dados reais em tempo real para a plataforma SOLL. A partir destes dados, os alunos realizam um conjunto de atividades, trabalham as aprendizagens essenciais das disciplinas – Física e Química, Matemática, Geografia, Ciências Naturais e Tecnologias da Comunicação e Informação, do 3.º Ciclo do Ensino Básico – e intervêm sobre o meio ambiente, adquirindo novos valores. A partir da interação dos diferentes sistemas do projeto, conforme apresentado na Figura 1, todo o trabalho foi desenvolvido pelos alunos de forma integrada e interdisciplinar.

Figura 1. Interação dos diferentes sistemas do projeto SOLL. Elaborado pelos autores



A plataforma de aprendizagem *online* www.soll.pt é suportada por um conjunto de tecnologias de recolha e armazenamento de dados reais. A Figura 2 mostra a arquitetura lógica do sistema por oposição a uma arquitetura física, onde emerge o equipamento e não o serviço da plataforma de aprendizagem SOLL. Para aceder a esta plataforma de aprendizagem, tanto os professores como os alunos, precisam de fazer uma autenticação. Para isso, é necessário um nome de utilizador e uma *password* que serão enviados pelo administrador da plataforma de aprendizagem ao utilizador.

Figura 2. Arquitetura lógica do sistema por oposição a uma arquitetura física, onde emerge o equipamento e não o serviço da plataforma de aprendizagem SOLL. Elaborado pelos autores



Como pode ser visto no diagrama, os alunos têm acesso apenas às atividades, questionários e observações dos dados reais da estufa. A partir desta plataforma de aprendizagem, são propostas aos alunos algumas atividades que cumprem aprendizagens essenciais das respetivas disciplinas e estimulam a ação sobre o meio ambiente. A cada atividade estão associados um bloco de notas, *links* úteis para pesquisa de informação, ferramentas que funcionam de forma síncrona e assíncrona para apresentação do trabalho realizado e documentos informativos.

Após a realização da atividade, os alunos têm à disposição um questionário sobre a mesma e, no final, é-lhes dado *feedback* sobre o seu desempenho e as respostas corretas. Desta forma, como se deseja, “a avaliação é contínua e sistemática a serviço da aprendizagem, e fornece ao professor, ao aluno, (...) informações sobre o desenvolvimento do trabalho, a qualidade da aprendizagem realizada e as formas de melhorá-lo”; além disso, “as informações obtidas como resultado da avaliação também permitem a revisão do processo de ensino e aprendizagem” (Diário da República n.º 149/2018, 1.º Suplemento, n.d., p. 3790-(4)).

Com este recurso interdisciplinar, os alunos alcançam o que é exigido no Perfil do Aluno à Saída da Escolaridade Obrigatória, quer dizer, “agregam competências entendidas como combinações complexas de conhecimentos, competências e atitudes que permitem uma ação humana efetiva em diversos contextos de diversa natureza cognitiva e metacognitiva, social e emocional, física e prática. É importante enfatizar que as competências envolvem conhecimento (factual, concetual, processual e metacognitivo), competências cognitivas e psicomotoras, atitudes associadas a competências sociais e organizacionais e valores éticos” (Martins *et al.*, 2017, p. 9).

Os professores têm acesso a um sistema de gestão da atividade dos alunos na plataforma que lhes permite acompanhar, em tempo real, as atividades realizadas pelos alunos através da observação do bloco de notas e das respostas aos questionários. A possibilidade de verificação em tempo real do trabalho individual ou em grupo contribui para que o professor tenha uma noção do desempenho e/ou dificuldades dos alunos, favorecendo assim um ensino mais personalizado.

Dado que o estudo se centra no conhecimento emancipatório que visa expor as ideologias que condicionam o acesso ao conhecimento e atuam ativamente na transformação desta realidade (Coutinho, 2005), posicionamo-nos num paradigma sociocrítico, perspectiva teórica que, segundo Coutinho (Coutinho, 2016, p. 362), é “caracterizad[a] por maior dinamismo na forma de enfrentar a realidade, maior interatividade social, maior proximidade do real devido ao predomínio da práxis, participação e reflexão crítica e intencionalidade transformadora” (*ibidem*). Considerando o desenvolvimento de soluções práticas e inovadoras para os graves problemas da educação (Matta *et al.*, 2014), o desenvolvimento de ambientes de aprendizagem eficazes e a utilização de laboratórios naturais para investigar o ensino e a aprendizagem (Sandoval, 2004), e

tendo em conta o facto de a pesquisa não ocorrer no contexto da ação do pesquisador, neste trabalho foi utilizado o Design-Based Research. De acordo com Wang e Hannafin (2005), o Design-Based Research é uma metodologia sistemática e flexível projetada para melhorar as práticas educacionais por meio de análise interativa, design, desenvolvimento e implementação no mundo real. Para Barab e Squire (2004), não se trata de uma abordagem, mas de várias abordagens, desenvolvidas em contextos reais, com o intuito de produzir novas teorias, artefactos e práticas pedagógicas com potencial para criar impacto na aprendizagem.

Em função do tipo de dados que serão recolhidos para analisar uma investigação, podemos categorizar a natureza do estudo como qualitativa ou quantitativa. A investigação de natureza qualitativa “ênfatiza as especificidades de um fenómeno em termos das suas origens e da sua razão de ser” (Haguet, 2005, p. 63) e a metodologia qualitativa é “orientada para a construção de modelos compreensivos sobre o que se estuda” (González Rey 2005, p. 80). O estudo de natureza mista combina o método quantitativo e o método qualitativo e permite abranger um campo mais amplo de possibilidades de pesquisa, fazendo um levantamento das ideias da amostra ao mesmo tempo que quantifica as opiniões. As técnicas de recolha de dados foram escolhidas a partir das opções propostas por Teddlie e Tashakkori (2009): técnicas de observação, *focus group* e inquérito por entrevista. Neste trabalho de pesquisa, foi utilizada uma abordagem probabilística, uma vez que a seleção dos sujeitos é aleatória, de forma a excluir o erro sistemático que afeta amostras não probabilísticas (Schutt, 1999). Dentro dessa amostra, foi escolhida uma amostra aleatória por *cluster*. Assim, com base na opinião de Charles (1998), que afirma que a amostra está diretamente relacionada com o tipo de problema a ser investigado, a presente amostra teve as seguintes características: 154 alunos, 79 (51%) rapazes e 75 (49 %) raparigas de 6 turmas do 8.º ano; 14 professores distribuídos pelas disciplinas de Matemática, Ciências Naturais, Física e Química, Geografia e Tecnologias de Informação e Comunicação.

Assim, elaborou-se um questionário para os alunos responderem nos seguintes momentos: antes das atividades, pré-teste; no final de cada atividade proposta e após a realização das atividades, pós-teste. Para os professores, optou-se pelo *focus group*, pois, com o formato de “discussão orientada”, pretende-se verificar as “interações” que se criam (Mason e Bramble, 1997) e observar o grau e natureza das concordâncias e

divergências entre os participantes (Morgan, 1997). Portanto, para atingir o objetivo de recolher dados sobre as dimensões inovadoras da IdC, foram utilizados instrumentos baseados no trabalho dos seguintes investigadores: Welchen e Oliveira (2013); Parellada e Rufini (2013); Souza (2010); Guimarães (2007); Neves e Boruchovitch (2007); Knuppe (2006); Siqueira, Wechsle (2006); Alcará, Leite *et al.* (2007); Bzuneck (2001).

Na análise dos dados, foi utilizado o *software MaxQDA* (análise qualitativa dos dados da entrevista do *focus group* dos professores) e o *Excel* (análise quantitativa dos resultados dos alunos).

3. Resultados

Para esta investigação, foram realizadas com os alunos quatro atividades. Na primeira atividade os alunos tiveram a oportunidade de: planificar a construção de uma estufa; localizá-la e orientá-la de forma adequada; reconhecer a paisagem envolvente da estufa; identificar implicações na sua localização; efetuar medições que permitam calcular a área e o volume da estufa; identificar figuras geométricas; classificar segundo o sector de atividade; comunicar, em grupo, as reflexões efetuadas e a avaliação das opções encontradas. Na segunda atividade pretendia-se: pesquisar as condições necessárias para um bom desenvolvimento das culturas; instalar o *Arduino Uno*; programar alguns sensores, como de pH, ultrassom, temperatura do ar e do solo e humidade do solo; verificar as condições da estufa ou da horta. Na terceira atividade os alunos puderam; analisar parâmetros da monitorização da estufa; identificar condições climáticas de acordo com a região; analisar informação disponibilizada por entidades de referência; analisar os dados de acordo com a cultura; identificar a origem da planta; identificar a radiação que otimiza o desenvolvimento da planta; escolher a cultura a produzir na estufa; fazer o cultivo da espécie; comunicar, em grupo, as reflexões efetuadas e a avaliação das opções encontradas. Na quarta atividade os alunos dedicaram-se a: analisar parâmetros da monitorização da estufa; identificar condições climáticas de acordo com a região; analisar o estado da planta de acordo com os parâmetros a que está sujeita; determinar o rendimento de uma cultura.

O gráfico 1 compara, em (A), a média de resultados obtidos durante as quatro atividades, por turma ao longo das quatro atividades e, em (B), a média de resultados obtidos no pré-teste e no pós-teste das turmas.

Gráfico 1. (A) Média dos resultados obtidos pelos alunos por atividade;
(B) Resultados obtidos pelos alunos no pré-teste e no pós-teste



Analisando o gráfico, verifica-se que a amostra em estudo apresenta, resultados positivos nas quatro atividades e, no decurso destas, uma tendência de melhoria em cada uma das turmas. Desta forma, observa-se também que o impacto destas atividades na amostra em estudo é positivo.

Lembrando agora a opinião de um professor sobre as características destas turmas: “o 8.º E é, de todas as turmas que eu tenho (tenho o A, o B, o E e o D, *que acho que são piores ainda*), aquela que tem os alunos mais curiosos, mais autónomos e mais aguerridos... gostam de saber, conhecer... gostam de estar sempre à frente ou daquele [aluno] ou daquela turma...”. Contudo, durante o intervalo, os alunos do 8.º D aproximavam-se da sala onde decorriam as atividades, querendo saber antecipadamente sobre as atividades a realizar. Na segunda atividade um aluno da mesma turma disse: “Ajude-me, não sei

como começar! Eu não estive na aula passada, fui expulso! Não sei a minha *pass*. Ajude-me a entrar que eu quero fazer a atividade”.

Olhando novamente para os resultados, podemos verificar que, durante a realização destas atividades, os resultados das turmas aproximaram-se, o que vai ao encontro de Vincent-Lancrin e colegas (2019, p. 20) quando referem que a inovação tem um “impacto diferenciado nos resultados de aprendizagem e no envolvimento dos alunos, na equidade, na eficiência de custos, no trabalho dos professores, no bem-estar, etc.”.

A partir das entrevistas *focus group* a professores, registaram-se algumas opiniões acerca do currículo, sua aplicação e utilização da tecnologia, neste caso específico a IdC, que se apresentam nas tabelas 1, 2 e 3.

Tabela 1. Afirmações dos professores na entrevista *focus group* sobre a IdC no currículo

“[É] muito extenso, é a gestão do tempo... e este tipo de pedagogia que se está a implementar exige ainda mais tempo... É muito mais rápido eu chegar lá e dizer é isto, isto e isto, do que os pôr [os alunos] a explorar. E nós temos um currículo tão extenso, que depois torna tudo... [Queremos] pôr os meninos a trabalhar, mas não temos depois recursos...”

“Estou aflita este ano, porque vêm aí provas de aferição e eu, e nós... todos nós... E eu até sou a que vou um bocadito mais avançada...”

“As aprendizagens têm um mínimo que vão para além do que são os conteúdos científicos... Também têm em consideração o perfil do aluno e aquelas coisas... Às vezes passa-se mais tempo a moldar o perfil, não é bem a moldar...”

“Eu acho que os conteúdos também não são muito apropriados para ir buscar dados reais. Estou a falar da luz e do som...”

“Depende dos conteúdos abordados e da orientação que lhe dermos...”

“Isso tem a ver muito com o perfil do aluno. Se for um aluno que está interessado na própria construção da sua aprendizagem, é perfeito... Vai perceber onde teve dificuldade e onde não teve, o que é que tem para melhorar. Claro que um aluno que seja mais autónomo, mais interessado, vai tirar daí mais-valias, e vai fazer no fundo uma aprendizagem muito individualizada naquilo em que teve dificuldade... Agora alunos que não tenham tanto essa capacidade... No fundo, [a IdC] permite um ensino muito individualizado, porque cada aluno vai ver as questões em que errou.”

“[Os alunos,] quando estavam a fazer a atividade, envolviam-se e faziam-na muito rapidamente. Até era bom para a flexibilidade...”

“Acho que para haver uma continuidade, para haver um momento, teria vantagem de se redesenhar as atividades para se poderem utilizar concretamente em determinados assuntos. Se eu vou fazer um trabalho interdisciplinar ou de flexibilidade...”

“Os conteúdos que eles [os alunos] conseguirem perceber que efetivamente têm utilidade ou os conhecimentos que vão adquirindo, acho que sim... Veem que é útil para alguma coisa, percebem que aquilo é usado. Pode não vir a ser usado por eles, mas é usado para alguma coisa, tem utilidade...”

“[Os alunos] conseguem sempre ir um bocadinho mais além... Aliás, foi o que aconteceu na tua [investigadora] atividade... Estiveram muitos a fazer pesquisas...”

Tabela 2. Afirmções dos professores na entrevista *focus group* relativamente à IdC na aplicação do currículo

“Eu acho que na implementação não há grande dificuldade. A dificuldade é trabalhar esses programas, esses currículos, da forma como nós gostaríamos... Como nós gostaríamos, e muitas vezes como nós acharíamos que seria o ideal para os alunos... Era preciso também que eles nos deixassem fazer umas brincadeiras, que era uma forma de eles aprenderem acho que mais e melhor. Mas eles não querem, não deixam... e o professor também acaba por perder um bocado a vontade. Eles não sabem estar e trabalhar aquilo que têm à frente com vontade, com rigor...”

“Uma dinâmica de grupo colaborativa. Também tem a ver com o comportamento, a postura dos alunos em sala de aula, a motivação e o empenho...”

“Penso que elas [as aprendizagens] normalmente são feitas nesse cruzamento e tentamos cumprir com os dois lados (metas e aprendizagens essenciais). Faz-se uma articulação, uma gestão moderada.”

“O condicionamento da carga horária semanal é também um entrave para as coisas... O *kahoot* ou uma brincadeira destas são vinte minutos de aula, que são importantes, mas são 20 minutos a menos.”

“Isso depende muito da turma, depende muito dos conteúdos... É assim, quanto mais prático melhor, mas às vezes as coisas não se proporcionam...”

“[Se o conteúdo estiver] mais ligado à vivência deles, rapidamente aprendem e conseguem associar... Se é uma coisa que não conseguem ver, muito longe da realidade deles, é mais difícil... [Deve estar] sempre associado a uma realidade que eles conheçam...”

“Costumo às vezes fazer aqueles testeinhos *online*, rápidos, em que eles são mais regrados a responder... Depois eles até gostam, porque têm logo o *feedback* da resposta certa ou não...”

“Conseguem contextualizar as coisas e faz mais sentido para eles... Não perguntam para que é que isto serve.”

“Tinha de ser planificada a atividade em função daquilo que lá se faz... Tem de haver uma planificação.”

“[A IdC é] muito complicada em turmas tão grandes. Se as coisas fossem planeadas com etapas mais reduzidas, com mais tempo para as realizar, não só nós tínhamos tempo de nos apercebermos mais facilmente daquilo de que eles necessitam de nós, mas também eles tinham tempo de assimilar e de automatizar determinados procedimentos...”

“[É necessário um] grande controlo; primeiro, um grande planeamento daquilo que se pretende da aula. Tem de se direccionar muito bem os alunos e depois andar sempre em cima deles para ver o que estão a fazer, o que se torna bastante complicado com turmas enormes como nós temos.”

“[Se] ampliarmos isto para outras situações, para outros projetos, acho que poderíamos, nas situações em que é possível, utilizar este tipo de medições em tempo real.”

“A IdC pode ser usada para aplicação de conhecimentos, de transversalidade e interdisciplinaridade.”

“ Na ideia da aprendizagem significativa, eles ligarem [as aprendizagens] a alguma coisa que reconhecem... portanto, acho que [a IdC] contribui para isso...”

Tabela 3. Afirmações dos professores na entrevista *focus group* relativamente à utilização da IdC

“Sim, [a IdC] aumenta a motivação... Nota-se que, quando é uma aula assim, eles acabam por estar mais interessados. [Acho] positivo, acho que sim...”

“Sempre que mexem em qualquer coisa, eu acho que eles [alunos] aprendem com mais consistência; o conteúdo é consolidado, sabem o que estão a fazer... Não têm espírito crítico...”

“No fundo, [a IdC] obriga-os a interpretar, a serem críticos face aos dados que estão a receber... Portanto, [a IdC] acaba por construir, consolidar e estruturar o conhecimento.”

“[A IdC] motiva mais. Se nós estivermos sempre com aulas expositivas, metade não vai entrar...”

“Eles sentem-se mais próximos daquilo que gostam, do que são os interesses deles... [A IdC] é mais apelativ[a] para eles, é uma forma diferente de explorar determinados assuntos, uma forma muito mais interessante...”

“Não há melhor construção do conhecimento do que essa forma: perceberem que afinal todas as áreas do saber estão ligadas entre si.”

“Utilizei [a IdC] porque houve necessidade, porque já estou habituada a fazer e porque em determinados conteúdos e em determinados momentos há a necessidade de a ela recorrer...”

“É imenso o potencial da IdC, eu acho que isso é o futuro... De facto, tem potencialidades que nós ainda não conhecemos e, que virão aí e que nos vão ajudar imenso e tornar as coisas muito mais motivadoras... Espero bem que sim, espero que haja pessoas que invistam.”

“Eu acho que na área das Ciências [a IdC] tem muita vantagem, mesmo em termos de simulação de fenómenos, de análise de dados...”

“[Os alunos] tinham o *feedback* imediato. Podiam podiam ver o que tinham errado e porque é que tinham errado; depois havia a questão da curiosidade, para perceberem como é que erraram. [A IdC] dava um *feedback* mais rápido que nós. Se os colocarmos a fazer um questionário em papel...”

“Não é preciso perder tempo para a sua [da IdC] montagem. Podemos utilizar de uma forma rápida, isso ajuda, muito. Muitas vezes nós não fazemos determinado número de coisas por uma questão de tempo. Se essas estruturas já estiverem montadas, a sua utilização ao longo do tempo é muito mais facilitada, a recolha de dados é muito mais rápida, poupa-se muito mais tempo. O facto de nós estarmos ali com um sistema montado em que a recolha é imediata, está a dar-se naquele momento, e em que se tem a oportunidade de trabalhar com dados reais [é] maravilhoso.”

“Se tivermos disponíveis dados, nós deixamos de perder tempo... [Deixamos] de ter de projetar uma experiência para ir buscar aqueles dados, e podemos usar aqueles dados reais. Agora, se tivermos de fazer de início, não temos tempo para isso.”

“A questão é que nós não sabemos pegar nisto de raiz para aplicar noutras situações... Acho que devia haver formação, não se devia ficar por aqui. Porque, se ficar por aqui, daqui a meia dúzia de meses já nos esquecemos das potencialidades...”

“Nas atividades, quando não sabiam, [os alunos] iam pesquisar. Acho que [a IdC] promove a pesquisa.”

Pela análise do *focus group* dos professores, verifica-se que conhecem o conteúdo, mas consideram-no muito extenso. Quanto à IdC, defendem que esta promove uma aprendizagem mais interativa e personalizada em que os dados obtidos em tempo real são úteis para a melhoria das competências dos alunos, promove recursos educativos melhorados, apresenta novas pedagogias e formas de organizar as atividades, opiniões que vão ao encontro da de Aldowah e colegas (2017) e Vincent-Lancrin e colegas (2019). No entanto, os professores destacam que, para que esta forma de trabalhar seja vantajosa, será necessário melhorar o controlo, a planificação e a orientação dos alunos. Esta ideia encontra eco nas palavras de Alves (2019) – “uma cuidadosa planificação pode ajudar a tornar real o futuro desejável, clarificar objetivos e prioridades da melhoria e centrar a atenção no que acontece nas práticas de aula” – e nas Slimp e Bartels (2019, p. 35) – “[é] essencial orientar os alunos para e através dos objetos de aprendizagem”.

4. Conclusões

Após a análise dos resultados tendo como base os domínios TPACK, verifica-se que sobre a utilização da IdC na sala de aula os professores consideram que: é uma mais-valia para o tratamento e interpretação de dados reais; melhora a compreensão dos conceitos mais abstratos; possibilita uma maior proximidade, pela aplicação ao quotidiano; promove a cooperação, a autonomia e a autoconfiança; facilita um maior controlo, com a verificação, identificação e correção das dificuldades dos alunos em

tempo real; permite a monitorização da aprendizagem dos alunos, levando-os a ser mais persistentes; aumenta o envolvimento dos alunos na resolução de problemas; permite que entendam o que estão a fazer e a sua utilidade; ajuda-os a contextualizar e relacionar com algo real; promove uma participação mais ativa; fomenta o cumprimento das aprendizagens essenciais do 3.º ciclo e dá autonomia ao aluno para ir mais além, obrigando-o a interpretar e a ser crítico face aos dados que está a receber. Os professores consideram mesmo que é uma tecnologia que, aplicada a diferentes contextos, é transformadora do modelo de ensino, visto que favorece a aplicação de conhecimentos, a transversalidade e a interdisciplinaridade, e tem um potencial para a educação, por contribuir para motivar, monitorizar, controlar e direcionar a aprendizagem, através orientação da pesquisa de informação, visto que os alunos têm dificuldade em procurar informação fidedigna. A partir dos resultados dos alunos obtidos pelo questionário, verifica-se ainda que o recurso à IdC vem proporcionar uma melhoria dos resultados, já que com estas atividades os resultados das diferentes turmas aproximaram-se.

Pelo exposto, entendemos que a IdC proporciona uma dimensão inovadora para a educação, pois as afirmações dos professores permitem concluir que a sua continuidade poderá levar a melhorias nos resultados educacionais. Uma vez que introduz produtos e serviços novos e/ou melhorados, como novas pedagogias ou novas combinações de pedagogias, incluindo serviços de *e-learning* e/ou novas formas de organizar as atividades (Vincent-Lancrin *et al.*, 2019), pode considerar-se que estamos perante uma prática com um potencial elevado de inovação. Assim, seria muito importante a utilização de pelo menos 20% da aula para a implementação de atividades/projetos com recurso à IdC.

O TPACK mostra um modelo que ajuda a orientar a ação do professor, em que os recursos da IdC articulados com o currículo contribuem para o desenvolvimento de atividades pedagógicas inovadoras *learning-by-doing*.

5. Referências bibliográficas

- Alcará, A., & Guimarães, S. (2007). A instrumentalidade como uma estratégia motivacional. *Psicologia Escolar e Educacional*, II (1).
- Aldowah, H., Ghazal, S., Rehman, S., & Umar, I. (2017). *Internet of Things in Higher Education: A Study on Future Learning*. Journal of Physics Conference Series. doi:10.1088/1742-6596/892/1/012017.

- Alves, J. M. (2019). *Terrear*. Retrieved from <https://terrear.blogspot.com/2019/07/o-circulo-vicioso.html>.
- Barab, S., & Squire, B. (2004). Design-based research: Putting a stake in the ground. In *Journal of the Learning Sciences*. doi:10.1207/s15327809jls13011.
- Benson, C. (2016). The Internet of Things, IoT Systems, and Higher Education. *EDUCAUSE Review*, 51(4), 6.
- Bruno, A. Schuchter, L. e Junior, S. (2019). Formação docente e uso dos laboratórios de informática na educação básica:divergências entre os contextos do discurso oficial e da prática. In V. Gonçalves, Y. Corrêa & J. A. Moreira (Org.), *Educação e Tecnologias na Sociedade Digital*. Santo Tirso: Whitebooks..
- Buchem, I., & Koskinen, T. (2013). *Personal learning environments in Smart Cities: Current Approaches and Future Scenarios*. eLearning Papers, 35.
- Bzunec, J. A. (Org.) (2001). *A motivação do aluno: contribuições da psicologia contemporânea*. Petrópolis: Vozes.
- Callaghan V. (2012). *Buzz-Boarding: practical support for teaching computing based on the internet-of-things*. The Higher Education Academy-STEM.
- Charles, C. (1998). *Introduction to educational research*. (3.ª ed.). New York: Longman.
- Chumbo, I., Silva, E., & Gonçalves, V. (2019). Ensinar e aprender com a tecnologia avançada de aprendizagem: o projeto internacional ADULET. In V. Gonçalves, Y. Corrêa & J. A. Moreira (Org.), *Educação e Tecnologias na Sociedade Digital*. Santo Tirso: Whitebooks.
- Comissão Europeia. (2012). *Comunicação da Comissão ao Parlamento Europeu, ao Conselho, ao Comité Económico e Social Europeu e ao Comité das Regiões, Repensar a Educação - Investir nas Competências para melhores resultados socioeconómicos*. Estrasburgo, COM (2012) 669 final.
- Connected Living. (2014). *Understanding the Internet of Things (Io)*. GSM Association.
- Costa, H. (2014). *Inovação Pedagógica: A tecnologia ao serviço da educação*. Lisboa: Chiado Editora.
- Coutinho, C. (2011). *TPACK: em busca de um referencial teórico para a formação de professores em Tecnologia Educativa*. Vol.2, n.º 4 – jul. 2011.
- Coutinho, C. (2005). *Percursos da investigação em tecnologia educativa em Portugal: uma abordagem temática e metodológica a publicações científicas (1985-2000)*. Braga: CIED, Universidade do Minho.
- Coutinho, C. (2016). *Metodologia de Investigação em Ciências Sociais e Humanas: Teoria e Prática* (2.ª ed.). Coimbra: Almedina.
- Cox, M. (2008). *A conceptual analysis of technological pedagogical content knowlege*. <http://hdl.lib.byu.edu/1877/etd2552>.
- Diário da República n.º 149/2018, 1.º Suplemento, S. I. de 2018-08-03. (n.d.). Decreto-Lei n.º 55/2018, de 6 de julho.

- Donovan, L., Hartley, K., & Strudler, N. (2007). Teacher concerns during initial implementation of a one-to-one laptop initiative at the middle school level. *Journal of Research on Technology in Education*, 39(3), 263-286.
- Fernández-Navas, M., & Alcaraz Salarirche, N. (2016). *Innovación Educativa. Más allá de la Ficción*. Madrid: Ediciones Pirámide.
- Furtak, E. M., Seidel, T., Iverson, H., & Briggs, D. C. (2012). Experimental and Quasi-Experimental Studies of Inquiry-Based Science Teaching: A Meta-Analysis. *Review of Educational Research* 82 (3): 300-29. <https://doi.org/10.3102/0034654312457206>.
- Goulão, A., & Henriques, S. (2015). Ensinar e aprender em ambientes virtuais de aprendizagem. In Daniela Melaré Barros, *Inovação e Formação na Sociedade Digital. Ambientes Virtuais, Tecnologias e Serious Games. Ambientes Virtuais, Tecnologias e Serious Games*. Santo Tirso: Whitebooks.
- Hargreaves, A. (2003). *O Ensino na Sociedade do Conhecimento – A educação na era da insegurança*. Coleção Currículo, Políticas e Práticas. Porto: Porto Editora.
- Hargreaves, D. H. (1995). School Culture, School Effectiveness and School Improvement, *International Journal of Research, Policy and Practice*, 6:1, 23-46. [doi: 10.1080/0924345950060102](https://doi.org/10.1080/0924345950060102).
- Johnson, L., Adams Becker, S., Estrada, V., & Freeman, A. (2015). *Horizon Report: 2015 Higher Education Edition*. Reading. <http://doi.org/ISBN 978-0-9906415-8-2>.
- Johnson, L., Adams S., Estrada, V., & Freeman, A. (2015). *NMC Horizon Report: Higher Education Edition*. Austin, Texas: The New Media Consortium.
- Joyce, C., Pham, H., Fraser, D. S., Payne, S., Crellin, D., & McDougall, S. (2014). Building an Internet of school things ecosystem-a national collaborative experience. *ACM International Conference Proceeding Series*, 289-292.
- Juliani, A. J. (2015). *Inquiry and Innovation in the Classroom – Using 20% Time, Genius Hour, and PBL to Drive Student Success*. New York and London: Routledge, Taylor & Francis Group.
- Knuppe, L. (2006). Motivação e desmotivação: desafio para as professoras do Ensino Fundamental. *Revista de Educação*, n.º 27.
- Lima, D. (2019). Educação à distância e uso de tecnologias digitais de informação e comunicação: uma questão de inclusão? In V. Gonçalves, Y. Corrêa & J. A. Moreira (Org.), *Educação e Tecnologias na Sociedade Digital*. Santo Tirso: Whitebooks.
- Magalhães, A., Andrade, A., & Alves, J. M. (2019). SOLL: Smart Objects Linked to Learning - Educational platform with the Internet of Things. In 14.^a Conferência Ibérica de Sistemas e Tecnologias de Informação (CISTI), IEEE. [doi: 10.23919/CISTI.2019.8760921](https://doi.org/10.23919/CISTI.2019.8760921).
- Marcelo, C. (2001). Aprender a enseñar para la Sociedad del Conocimiento. *Revista Complutense de Educación*, vol. 12, n.º. 2 (2001), 531-593.
- Marquez, J., Villanueva, J., Solarte, Z., Garcia, A. (2016). *IoT in Education: Integration of Objects with Virtual Academic Communities*. Springer International Publishing Switzerland.

- Martins, G., Gomes, C., Brocardo, J., Pedroso, J., Carrillo, J., Silva, L., Encarnação, M., Horta, M., Calçada, M., Nery, R., & Rodrigues, S. (2017). *Perfil dos Alunos à Saída da Escolaridade Obrigatória*. Lisboa: Ministério da Educação/Direção-Geral da Educação.
- Mason, E., & Bramble, W. (1997). *Research in Education and the Behavioral Science: concepts and methods*. Madison, WI: Brown & Benchmark.
- Matta, A. E. R., Silva, F. P. S., & Boaventura, E. M. (2014). Design-based research ou pesquisa de desenvolvimento: metodologia para pesquisa aplicada de inovação em educação do século XXI. In *Revista da FAEEBA – Educação e Contemporaneidade*, v. 23.
- Meirinhos, M., & Osório, A. (2014). *A Colaboração em Ambientes Virtuais: aprender e formar no século XXI*. Associação ArcaComum.
- Mishra, P., & Koehler, M. (2006). Technological Pedagogical Content Knowledge: A Framework for Teacher Knowledge. In *Teachers College Record*.
- Morgado, J., & Ferreira, J. (2006). *Globalização e autonomia: desafios, compromissos e incongruências*. In A. Moreira e J. Pacheco (Orgs.), *Globalização e Educação – Desafios Oara Políticas e Práticas*. Porto: Porto Editora.
- Morgado, L. (2015). INGRESS: Potencialidades Pedagógicas de um jogo Georreferenciado de Realidade Alternativa em Rede. In Daniela Melaré Barros, *Inovação e Formação na Sociedade Digital. Ambientes Virtuais, Tecnologias e Serious Games. Ambientes Virtuais, Tecnologias e Serious Games*. Santo Tirso: Whitebooks.
- Morgan, D. L. (1997). *Focus group as qualitative research* (2nd ed.). Thousand Oaks, California: Sage.
- Neves, E., & Boruchovitch, E. (2007). Escala de avaliação da motivação para aprender de alunos do ensino fundamental (EMA). *Psicol. Reflex. Crit.*, v. 20, n. 3.
- Ordóñez-Sierra, R., Rodríguez-Gallego, M., & Rodríguez-Santero, J. (2017). *Grupos interactivos como estrategia para la mejora educativa: estudio de casos en una Comunidad de Aprendizaje*. *Revista de Investigación Educativa*, 35 (1): 71-91. <https://doi.org/10.6018/Rie.35.1.247061>.
- Parellada, I., & Rufini, S. (2013). O uso do computador como estratégia educacional: relações com a motivação e aprendizado de alunos do ensino fundamental. *Psicol. Reflex. Crit.*, v. 26, n. 4.
- Patrício, M. (2019). Educação e formação em TIC intergeracional. In V. Gonçalves, Y. Corrêa & J. A. Moreira (Org.), *Educação e Tecnologias na Sociedade Digital*. Santo Tirso: Whitebooks.
- Rose, D. (2014). *Enchanted Objects*. Nova Iorque: Scribner.
- Sampaio, P., & Coutinho, C. (2013). Ensinar com tecnologia, pedagogia e conteúdo. *Revista Paidéia*, 5(8).
- Sandoval, W. A., & Bell, P. (2004). Design-Based Research Methods for Studying Learning in Context: Introduction. *Educational Psychologist*, 39:4, 199-201. [doi: 10.1207/s15326985ep3904_1](https://doi.org/10.1207/s15326985ep3904_1).
- Schutt, R. (1999). *Investigating the Social World: the process and practice of research*. (2nd ed.). Thousand Oaks: Pine Forge Press.

- Selinger, M., Sepulveda, A., & Buchan, J. (2013). *Education and the Internet of Everything How Ubiquitous Connectedness Can Help Transform Pedagogy*. Retrieved from http://www.cisco.com/web/strategy/docs/education/education_internet.pdf.
- Siqueira, L., & Wechsler, S. (2006). Motivação para a aprendizagem escolar: possibilidade de medida. *Avaliação psicológica*, 5 (1).
- Slimp, M., & Bartels, R. (2019). *How the Internet of Things is Changing our Colleges, our Classroom, and our Students*. Foreword by Fred Lokken. British Library Cataloguing in Publication Information Available.
- Souza, L. (2010). Estratégias de aprendizagem e fatores motivacionais relacionados. *Educ. Rev.*, n. 36. doi.org/10.1590/S0104-40602010000100008.
- Teddlie, C., & Tashakkori, A. (2009). *Foundations of Mixed Methods Research: Integrating quantitative and qualitative approaches in the Social and Behavioral Sciences*. Thousand Oaks, CA: Sage.
- Vincent-Lancrin, S., et al. (2019). *Measuring Innovation in Education 2019: What Has Changed in the Classroom? Educational Research and Innovation*. Paris: OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/9789264311671-En>.
- Wang, F., & Hannafin, M. J. (2005). Design-based research and technology-enhanced learning environments. *ETR&D* 53, 5-23. <https://doi.org/10.1007/BF02504682>.
- Welchen, D., & Oliveira, M. (2013). A formação de valores no ambiente escolar. *Revista Inoesc Ciência-ACHS*, v. 4, jan./jun.